

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

● **Offenlegungsschrift** ●  
⑩ **DE 43 29 558 A 1**

②① Aktenzeichen: P 43 29 558.4  
②② Anmeldetag: 2. 9. 93  
④③ Offenlegungstag: 9. 3. 95

⑥① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 01 N 3/02**  
B 01 D 46/48  
B 01 D 39/20  
C 04 B 28/26  
B 01 J 20/30  
C 04 B 35/03

DE 43 29 558 A 1

⑦① Anmelder:  
Sperling, Friedrich, Dr.-Ing., 66123 Saarbrücken, DE

⑦④ Vertreter:  
Schuster, G., Dipl.-Ing.; Thul, L., Dipl.-Phys.,  
Pat.-Anwälte, 70174 Stuttgart

⑦② Erfinder:  
Sperling, Friedrich, Dr.-Ing., 66123 Saarbrücken, DE;  
Schuster, Reinhardt, 70192 Stuttgart, DE

⑥⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	43 03 586 A1
DE	41 06 301 A1
DE	38 16 893 A1
DE	37 31 889 A1
DE	37 31 888 A1
DE	37 29 126 A1
DE	35 12 586 A1
DE	33 46 007 A1
DE	33 31 613 A1
DE	30 43 997 A1
DE	25 53 567 A1
DE	22 48 359 A1
US	52 02 547
US	39 94 740
SU	5 10 181

⑥④ Rußfilter für Dieselmotoren

⑥⑦ Es wird ein Rußfilter für Dieselmotoren vorgeschlagen, dessen Trägermaterial aus einem bei niedrigen Temperaturen aushärtbarem Material besteht.

DE 43 29 558 A 1

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Rußfilter für Dieselmotoren nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Das Ausfiltern von Rußpartikeln aus den Abgasen einer Dieselmotorenmaschine erfolgt vorzugsweise durch Oxidieren d. h. Verbrennen dieser Partikel, wofür die unterschiedlichsten Methoden bekannt sind (DE OS 4012719). Nachdem die Abgase von den Rußpartikeln gereinigt wurden und möglicherweise letztere oxidiert wurden, durchströmen die Abgase üblicherweise einen Katalysator, durch den einerseits eine Reduzierung von im Abgas befindlichen Stickoxid-Verbindungen und andererseits eine Oxidierung von im Abgas befindlichen noch unverbrannten Kohlenwasserstoffen erfolgen kann. Eine solche katalytische Behandlung kann auch für die im Rußfilter verbrannten Rußpartikel erforderlich sein. Die Verbrennung der Rußpartikel erfordert bekanntlich eine Mindestzündtemperatur der Abgase, die bekanntlich auf verschiedene Weise erzielt werden kann, unter anderem durch elektrische Heizwände, durch zusätzlich eingeführte Brennstoffe und dadurch gegebene Zusatzverbrennung, sowie durch katalytische Beeinflussung, wenn die Temperatur des Abgases für die Rußverbrennung nicht ausreicht. Entsprechend ist die Qualität des Trägerstoffes eines solchen Filters von besonderer Bedeutung.

Bei einem bekannten Rußfilter besteht der Trägerkörper aus keramischem Werkstoff und hat die Form eines Wabenkörpers, wobei die Längskanäle dieses Wabenkörpers wechselseitig verschlossen sind und die Zwischenwände zwischen den einzelnen Längskanälen aus fein porösem, temperaturwechselbeständigem keramischem Material besteht. Abgesehen davon, daß die Herstellung eines solchen Filterkörpers aus gasdurchlässigem Material aufgrund der wechselseitig verschlossenen Kanäle sehr aufwendig ist, ist es außerdem aufwendig, den einmal in den Kanälen aufgefangenen Ruß zu verbrennen, wonach dieses CO zu CO<sub>2</sub> oxidiert, die fein porösen Wandungen des Filters durchdringen kann, um mit dem übrigen gasförmigen Abgas abströmen zu können. Für das Abbrennen ist der Filterkörper trommelförmig ausgebildet, wobei jeweils ein Segment dieser Trommel vom Abgasstrom abgetrennt wird, um den in diesem Segment sich angesammelten Filterkuchen zu verbrennen. Durch Weiterdrehen der Trommel wird dann dieses Segment wieder dem Abgasstrom ausgesetzt, während ein weiteres Segment entsprechend befeuert werden kann. Eine solche Anlage ist nicht nur sehr teuer sondern auch stör anfällig.

Gemäß einem anderen bekannten Verfahren (DE-OS 36 22 623) wird die beim Dieselmotorenfahrzeug ohnehin überschüssig vorhandene elektrische Energie für das Abbrennen der Rußpartikel verwendet, indem um einen keramischen Wechselfilter eine Heizwendel gelegt ist, um den sich auf der äußeren Mantelfläche des Wickelfilters ansammelnden Ruß abzubrennen. Naturgemäß ist die wirksame Filterfläche derartiger Filterkörper sehr gering, so daß ein verhältnismäßig sehr großer Filterkörper erforderlich ist und entsprechend auch eine verhältnismäßig lange Heizwendel mit dem entsprechend hohen Energieverbrauch. Abgesehen davon ist der Wirkungsgrad der Heizwendel konstruktionsbedingt sehr schlecht, da ein wesentlicher Teil der Energie als Strah-

lungenergie auf die äußere Auspuffschale übertragen wird. Außerdem ist die Verbrennungsqualität sehr unterschiedlich, da in der Nähe des Heizdrahtes eine gewisse Überhitzung bei der Verbrennung stattfindet, um in dem Bereich zwischen zwei Gängen der Heizwendel noch die ausreichende Verbrennungstemperatur zu erhalten. In jedem Fall liegt diese Temperatur oberhalb von 450° C. Bei Vollast der Brennkraftmaschine können die Abgase von sich aus Temperaturen bis zu 600° C erreichen, nicht jedoch bei Leerlauf — Teillast oder bei Start der Brennkraftmaschine, so daß zudem eine verhältnismäßig schwierige Temperaturregelung erforderlich ist.

Das Einarbeiten der elektrischen Heizelemente in den keramischen Filterkörper selbst ist deshalb nicht möglich, da bei den im Brennprozeß der Keramik erforderlichen Hochtemperaturen diese Heizelemente zerstört würden. Während des Betriebs eines Rußfilters, selbst mit den bekannten Abbrennmethoden des Rußes, bleibt die Arbeitstemperatur hingegen stets unter 1000° C. Ein weiterer Nachteil der frei liegenden Heizelemente besteht darin, daß sie in den Standzeiten des Motors und der saurehaltigen Atmosphäre der Auspuffgase schnell zerstört werden, also nur eine kurze Lebensdauer haben. Bei Filterkörpern aus Metall würde das Verwenden elektronischer Heizmittel zu Problemen der elektrischen Isolation führen.

## Vorteile der Erfindung

Der erfindungsgemäße Rußfilter mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber unter anderem den Vorteil, daß auch die elektrischen metallischen Heizelemente in den Filterkörper eingearbeitet werden können, bevor dieser aushärtet. Die Aushärttemperaturen liegen unter 550° C. Kupfer hat z. B. eine Hitzebeständigkeit von über 1000° C, die bei der Rußvergasung oder -verbrennung nicht erreicht werden. Im Gegensatz zu Keramik kann auch kein Eutektikum mit den metallischen Heizelementen entstehen. Da zudem das erfindungsgemäße Filterkörpermaterial elektrisch nicht leitend ist, stellt es von sich aus eine Art elektrischen Isolator beispielsweise zu einem den Filter umgebenden Blechgehäuse dar. Da andererseits ein solches Material eine nicht unerhebliche Wärmespeicherfähigkeit hat, kann verhältnismäßig einfach durch das elektrische Heizelement eine Rußverbrennungstemperatur beispielsweise um 450° C eingestellt werden, so daß bei kurzen Wechseln von Vollast auf Teillast oder Leerlauf ein Aufheizen nicht erforderlich ist, sondern die aufgestaute Wärme die Verbrennung bewirkt, welche wiederum in Art einer Kettenreaktion zusätzliche Wärme erzeugt.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung besteht der Filterkörper aus einer Mischung der fließfähigen anorganischen Formmasse mit Katalysatormaterial aus Edelmetallen bzw. aus auf der Basis von Oxiden und Sulfiden aufgebauten Metallen, wie Vanadium, Molybdän, Wolfram, Kupfer, Nickel, Kobalt, Eisen, Titan, Zirkon, Cer oder Seltenen Erdmetallen sowie Mischungen aus diesen. Hierdurch erhält der Filterkörper die zusätzliche Wirkung eines Katalysatorkörpers. Natürlich kann erfindungsgemäß auch bei der Verwendung eines Wabenkörpers mit abwechselnd geschlossenen Kanälen die Wandung der Kanäle mit einem Katalysatormaterial wie Platin beschichtet sein.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann die fließfähige anorganische Formmas-

se zu einem mit dünnen Wandungen versehenen Filterkörper geformt sein oder zu einem großflächigen offensorigen Schaumkörper, durch welchen insbesondere ein je nach Porengröße gezielter Stau der Abgase erreichbar ist oder der Filterkörper entsteht durch Sinterung von noch feuchtem Material. Durch den Filterkörper kann eine entsprechend starke Verwirbelung erfolgen, mit einer besonders guten Verbrennung der Rußpartikel, ganz abgesehen von der günstigen Wirkung für die Reduktions- bzw. Oxidationskatalyse der Abgase.

Erfindungsgemäß können Rußfilter und Katalysator, auch zum Teil aus gleichem Material bestehen, als separate Blocks in Reihe oder auch parallel im Auspuff angeordnet sein. Auch ist es erfindungsgemäß denkbar, daß in solchen Blocks hintereinander bzw. nebeneinander, auch mit Umschaltung geschäumte, gesinterte oder wabenförmige Körper angeordnet sind, mit Stauräumen dazwischen zur Gasverteilung bzw. Verwirbelung.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung arbeitet die Verbrennungseinrichtung insbesondere mit elektrischen oder katalytischen Mitteln. Während die Anordnung und Wirkung der elektrischen Mittel schon oben beschrieben ist, sei hier der Vorteil der Anwendung von katalytischen Mitteln genannt, die kalt eingeformt werden können und damit einen Teil der Oxidierung übernehmen bzw. fördern. Ein solches, die spezielle Oxidierung von Ruß förderndes Katalysatormaterial kann in pulverisiertem oder schlemmartigem Zustand in das Trägermaterial eingearbeitet werden, bevor jenes aushärtet. Auf diese Weise ist eine nicht nur an der Oberfläche gegebene Oxidierung des Kohlenmonoxids erreicht, sondern die Rußpartikel werden nach ihrer weitgehend an der Oberfläche des Filters stattfindenden Zersetzung in möglicherweise zäh gasförmigem Zustand in dem Trägermaterial oxidiert.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind außer der Verbrennungseinrichtung weitere Steuer- und Geberelemente wie Temperatursonde und/oder Sauerstoffsonde vor dem Austrocknen in den Filterkörper einformbar. So kann stromauf des Heizelements eine Temperatursonde vorgesehen sein, die den Heizbetrieb steuert, das heißt, daß wenn die Temperatur des Abgases oder im Filterkörper für die Verbrennung des Rußes nicht ausreicht, das Heizelement zuschaltet und umgekehrt bei ausreichenden Temperaturen wieder abschaltet. Natürlich kann ein solches Heizelement als quer den Filterkörper durchdringendes Gitter oder als Heizspirale ausgebildet sein, möglicherweise auch als Heizwendel. Hierbei kann auch die natürliche elektrische Leitfähigkeit des Rußes genutzt werden.

Nach einer weiteren vorteilhaften für sich geltend gemachten Ausgestaltung der Erfindung wird der Filterkörper mit einem Mantel (Gehäuse) gleichen Materials versehen, welches entweder zur Isolation zu einem Blechgehäuse hin dient oder selbst als Gehäuse dient. Ein solches Gehäuse kann in das Auspuffsystem der Brennkraftmaschine integriert sein. Durch das Einmischen von Metallen oder anorganischen Fasern bzw. Verstärkungspulvern wie Talkum und Glimmer, kann eine wesentliche Verbesserung der mechanischen Festigkeit dieses Mantels erzielt werden. Nicht zuletzt kann zwischen einem solchen Mantel und dem Filterkörper ein nur als Verbindungselement bzw. der Isolation dienende Zwischenschicht gleichen Materials vorgesehen sein, um damit vor allem Problemen bei der Wärmedehnung zu begegnen. Das Material der fließfähigen organischen Formmasse hat zudem den Vorteil, daß es trotz "Kaltaushärtung" eine außerordentlich ho-

he mechanische Festigkeit aufweist, so daß in einen solchen Mantel Verbindungselemente zur weiteren Auspuffanlage eingearbeitet werden können, wie beispielsweise Flansche, Bolzen oder Schrauben.

Alle in der Beschreibung und den nachfolgenden Ansprüchen dargestellten Merkmalen können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

#### Patentansprüche

1. Rußfilter für Dieselmotoren mit mindestens einem anorganischen, in einem vom Abgas der Dieselmotoren durchströmten Gehäuse angeordneten Filterkörper und einer der Verbrennung (Oxidation) der herausgefilterten Rußpartikel dienenden Einrichtung (elektrisch betriebenen Heizelement), dadurch gekennzeichnet, daß der Filterkörper aus einem bei niedrigen Temperaturen aushärtbaren Material besteht als Produkt einer fließfähigen organischen Formmasse aus einem Oxidgemisch mit Gehalten von amorphem  $\text{SiO}_2$  und  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und/oder Elektrofilterasche aus Hochtemperatursteinkohlkraftwerken und/oder kalziniertem gemahlenem Bauxit und einer Alkalisilicatlösung.
2. Rußfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die fließfähige anorganische Formmasse beschichtet und/oder gemischt wird mit Katalysatormaterial aus Edelmetallen bzw. aus auf der Basis von Oxiden und Sulfiden aufgebauten Metallen wie Vanadium, Molybdän, Wolfram, Kupfer, Nickel, Kobalt, Eisen, Titan, Zirkon, Cer oder seltenen Edelmetallen sowie Mischungen aus diesen.
3. Rußfilter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die fließfähige anorganische Formmasse zu einem mit dünnen Wandungen versehenen Filterkörper (Wabenkörper mit wechselseitig verschlossenen Längskanälen) geformt ist oder zu einem offensorigen Schaumkörper als Filterkörper verarbeitet ist oder durch Sinterung von noch feuchtem Material zum Filterkörper verarbeitet wird.
4. Rußfilter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbrennungseinrichtung, insbesondere mit elektrischen oder katalytischen Mitteln arbeitet.
5. Rußfilter nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß außer der Verbrennungseinrichtung andere Einrichtungen wie Geber (Temperaturgeber), Sauerstoffsonde u. dgl. vor dem Aushärten in den Filterkörper eingeformt werden.
6. Rußfilter, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse des Filterkörpers aus der gleichen fließfähigen organischen Formmasse wie der Filterkörper hergestellt ist.
7. Rußfilter nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Mantelmaterial durch Gewebe aus Metallen oder anorganischen Fasern oder aus Faserhexeln oder aus Verstärkungspulvern, wie Talkum und Glimmer, verstärkt ist.
8. Rußfilter nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Filterkörper und Gehäuse eine dünne geschlossenporige Isolierschicht aus der gleichen fließfähigen organischen Formmasse angeordnet ist.

- Leerseite -